



# 소아 고관절 경부 골절

한주형 · 박 훈<sup>✉</sup>

강남세브란스병원 정형외과

## Pediatric Femoral Neck Fracture

Joo Hyung Han, M.D., Hoon Park, M.D., Ph.D.<sup>✉</sup>

Department of Orthopaedic Surgery, Gangnam Severance Hospital, Seoul, Korea

Received December 11, 2020

Revised December 17, 2020

Accepted December 17, 2020

### ✉Correspondence to:

Hoon Park, M.D., Ph.D.  
Department of Orthopaedic Surgery,  
Gangnam Severance Hospital, 211  
Eonju-ro, Gangnam-gu, Seoul 06273,  
Korea

Tel: +82-2-2019-3418

Fax: +82-2-573-5393

E-mail: hoondeng@gmail.com

Financial support: None.

Conflict of interests: None.

Pediatric femoral neck fracture is an uncommon injury with a high complication rate, regardless of the appropriate diagnosis and management. The bony anatomy and blood supply of the proximal femur in a skeletally immature patient differ from those in adult patients. Generally, these fractures result from high-energy trauma, but pathologic hip fractures also occur, usually from low-energy trauma. Pediatric femoral neck fractures are categorized using the Delbet classification system. This classification guides management and aids clinicians in determining the risk of avascular osteonecrosis. The ideal surgical treatment is determined by the fracture type and the age of the patient. Reduction, which is achieved using a closed or open procedure, combined with stable fixation and/or cast immobilization, is recommended for most of these fractures. Anatomical reduction within 24 hours from the injury may result in a good surgical outcome. Although the effects of capsular decompression after reduction and fixation have not been established, decompression is easy to perform and may reduce the risk of avascular necrosis. Despite appropriate management, osteonecrosis can occur after all types of pediatric femur neck fractures. Other complications include coxa vara, nonunion, and premature physeal arrest.

**Key Words:** Femoral neck fractures, Fracture fixation, Avascular osteonecrosis

## 서 론

소아 고관절 골절은 모든 소아 골절의 1% 미만을 차지하며 대부분은 대퇴부 경부 골절이다.<sup>1)</sup> 드문 골절이지만 이로 인한 대퇴골두 무혈성 괴사, 불유합, 내반고, 조기 성장판 유합, 하지 부동 및 관절 연골 용해 등의 합병증의 발생률이 높다.<sup>2)</sup> 이러한 합병증을 최소화하기 위해서 소아 고관절의 해부학 및 골절의 분류와 그에 따른 최적의 치료에 대한 확실한 이해가 필요하다.

## 해부학

### 1. 골 해부학

영아의 근위 대퇴 골단 연골은 근위 대퇴 골단의 연골 원기(cartilaginous anlage), 대퇴 전자간부와 경부를 이루는 골간단(metaphyseal intertrochanteric femur and neck), 대전자부 견인 골단(apophysis)으로 구성된다.<sup>3)</sup> 근위 대퇴 골단은 여아의 경우 생후 4-6개월, 남아의 경우 생후 5-7개월에 골화되기 시작한다.<sup>4)</sup> 대전자부의 견인 골단은 남녀 모두 4세에 골화되기 시작하고 대전자부의 부가 성장과 골간단부 전자간

부위 및 경부의 성장의 일부를 담당한다.<sup>4)</sup> 근위 대퇴골의 성장판은 근위 대퇴골 골간단, 대퇴 경부 및 골단의 성장에 기여한다. 이렇게 근위 대퇴골의 성장판 부분의 차등 성장은 대퇴 경부의 길이 성장을 일으킨다. 근위 대퇴골 성장판과 전자간부의 대퇴골 경부의 상방을 따라 위치한 견인 골단 사이에 존재하는 연골 다리는 청소년기 전까지 유지된다. 따라서 이 부위의 고관절 골절은 근위 대퇴골 골간단, 경부 및 골두의 성장 장애를 초래할 수 있다. 여아의 경우 14세, 남아의 경우 16세가 되면 근위 대퇴골 성장판과 견인 골단이 융합된다.<sup>4,5)</sup>

## 2. 혈관 해부학

소아에서 근위 대퇴골의 혈관 해부학에 대한 이해는 소아 고관절의 질환 발생을 이해하는 데 필수적이다. 1950년대 Trueta<sup>6)</sup>에 의해 시행된 연구는 소아 근위 대퇴골의 혈관 공급을 (1) 출생 시부터 골두하 성장판(subcapital physis)의 형성까지, (2) 대퇴골 골단의 골화가 진행되는 시기, (3) 성장판의 골화 이후의 세 단계로 나누어 설명하였다.

일반적으로 생후 4세 전까지의 첫 번째 단계에서 대퇴골두로의 혈액 공급은 3개의 혈관, 즉 내측 대퇴 회선 동맥(medial femoral circumflex artery, MFCA), 외측 대퇴 회선 동맥(lateral femoral circumflex artery, LFCA) 및 원형 인대 동맥(artery of the ligamentum of teres, ALT)으로 이루어진다.<sup>7)</sup> 내측 대퇴 회선 동맥은 대퇴골두-경부 접합부의 후방을 따라 진행하여 대전자 후방, 골두하 성장판, 후내측 골간단(posteromedial metaphysis), 골두 골단(capital epiphysis)에 혈액을 공급한다.<sup>6)</sup> 골두하 성장판이 발달하기 전, 내측 대퇴 회선 동맥, 외측 대퇴 회선 동맥의 지대 혈관(retinacular vessels)은 관절낭 외에서 연장된 구조물 중 하나인 Weitbrecht 지대(retinaculum of Weitbrecht)를 따라 대퇴 경부를 따라 진행한다. 이 혈관은 성장판의 간섭 없이 대퇴 경부에서 대퇴골두까지 자유롭게 통과한다.<sup>8)</sup>

생후 4세 이후인 두 번째 단계에서는 원형 인대의 동맥에서의 혈액 공급은 감소하며 골두하 성장판에 의해 외측 대퇴 회선 동맥의 지대 혈관이 차단된다.<sup>7)</sup> 내측 대퇴 회선 동맥이 주로 혈액을 공급하며 말단 가지는 골단에 혈액을 공급하기 위해 연골막 고리(perichondrial ring)를 통해 성장판 주위를 우회해야 한다. 이 때 대퇴골두에 혈액을 공급하는 내측 대퇴 회선 동맥의 두 말단 가지는 후상지대 동맥(posterosuperior retinacular artery), 후하지대 동맥(posteroinferior retinacular artery)이며 이 중에서 후상지대 동맥이 대퇴골두로의 주된

혈액 공급을 담당하게 된다.<sup>6)</sup> 대퇴경부의 후상방에 위치하는 이상근 와(piriformis fossa)에서 상지대 동맥은 내측 대퇴 회선 동맥에서 분지되며, 골단을 공급하기 위해 골두하 성장판 주위를 지난다. 이전까지 대퇴골두에 혈액을 공급했던 전방지대 동맥은 대퇴 경부의 길이가 길어지며 대퇴골두의 원위부에 남아있게 된다.<sup>8)</sup>

생후 10세 이후의 세 번째 단계에서 대퇴골두로의 혈액 공급은 주로 내측 대퇴 회선 동맥에서 분지된 혈관에 의해 이루어진다.<sup>7)</sup> 그러나 외측 대퇴 회선 동맥 및 원형인대 동맥 역시 부분적으로 혈액을 공급한다. 골두하 성장판의 골화 후, 혈관은 대퇴 경부에서 대퇴 경부의 둘레를 따라 대퇴골두로 연결된다.<sup>6)</sup> 내측 대퇴 회선 동맥과 외측 대퇴 회선 동맥은 전자부 연결선(intertrochanteric line)에서 관절낭 외 고리(extracapsular ring)를 형성한다. 관절낭 외 고리에서 시작되는 지대동맥(retinacular artery)이 골간단과 골단에 혈액을 공급하며 대부분은 여전히 후상지대 동맥에 의해 공급된다.<sup>8)</sup>

일반적으로 상지대 동맥 또는 내측 대퇴 회선 동맥의 손상은 무혈성 괴사로 이어진다.<sup>9)</sup> 이론적으로, 성인 대퇴 경부 골절에 비해 소아 대퇴 경부 골절에서 무혈성 괴사의 위험성이 더 높은 이유는 (1) 성인의 경우 외측 대퇴 회선 동맥 및 원형인대 동맥으로부터의 측부 순환이 존재하지만 소아의 경우 내측 대퇴 회선 동맥이 유일한 혈액 공급원이며, (2) 고에너지 손상 기전에 의해 발생하는 소아 고관절 골절의 특성상 후상지대 동맥의 손상이 높은 비율로 발생하기 때문이다.

## 진 단

### 1. 손상 기전

경미한 낙상에 의해 고관절 골절이 발생하는 노인 환자에 서와는 달리 소아의 골밀도는 높다. 따라서 소아 고관절 골절은 90% 이상이 교통사고 및 추락 등의 강한 외력과 연관되어 있으며 대퇴골의 축 방향 하중(axial loading), 비틀림(torsion), 과다 외전(hyperabduction), 고관절에 대한 직접적인 충격 등의 기전으로 발생한다.<sup>1,8,10,11)</sup> 한 연구에서는 소아 고관절 골절 환자의 85%에서 두부 외상, 안면 외상, 비장 열상, 후복강 출혈, 회음부 손상 등의 동반 손상이 나타나는 것으로 밝혀졌다.<sup>12)</sup> 골반 골절, 비구 골절, 고관절 탈구, 반대측 대퇴골 골절 등의 동반 근골격계 손상 역시 비교적 흔하게 나타난다.<sup>12,13)</sup> 저에너지 수상 기전을 통해 발생하는 소아 고관절 골절은 전체의 10% 정도를 차지하며, 이 경우 대사성 뼈 질

환, 병적 골절 혹은 아동 학대의 가능성에 대한 조사가 필요하다.<sup>14)</sup>

## 2. 임상증상

임상 양상은 명확하며 고에너지 수상 기전을 통해 수상한 환아가 단축, 외회전을 동반한 하지의 심한 통증을 호소하는 경우 고관절 골절을 의심할 수 있다. 완전 골절(complete fracture)이 일어난 경우 통증으로 인해 보행이 불가능하지만, 대퇴 경부의 불완전 골절(incomplete fracture)이나 스트레스 골절이 발생한 경우 절뚝거리며 체중부하가 가능하며 관절을 수동적으로 움직이는 경우에만 통증을 호소하는 경우가 있어 진단에 주의를 요한다. 비전위 골절은 특히 증상을 표현하지 못하는 아주 어린 소아에서 진단에 어려움을 준다. 연령과 발달 정도에 따라 다르지만, 비전위 골절을 동반한 소아는 일반적으로 절뚝거리거나 체중부하를 할 수 없고, 고관절의 운동 범위 제한과 통증을 보인다. 근위 대퇴골의 골화가 이루어지지 않은 영아와 신생아의 경우 골절의 진단이 어려울 수 있으며, 이 경우 골단 분리나 성장판 골절의 가능성을 염두에 두어야 한다.<sup>15)</sup>

## 3. 방사선 검사

골반 영상 검사는 의식 없는 다발성 손상 환자에서 반드시 시행되어야 하며 초기 평가를 위해 촬영하는 영상으로는 골반의 양측 전후방(anteroposterior) X-선 촬영과 크로스 테이블 측면 X-선 촬영, 양측 무릎 영상이 포함되어야 한다.<sup>8)</sup> 전후방 사진 촬영 시에는 통증이 허용하는 범위 안에서 10-15도 정도 내회전 및 외전자세를 취해야 한다. 자세 변경에 의한 추가적인 골절 변위를 방지하고 환자의 통증을 유발시키지 않기 위해 개구리 다리 측면 촬영보다 크로스 테이블

측면 촬영이 권장된다. 크로스 테이블 측면 방사선 사진은 관련된 대퇴골두의 전방 탈구 및 골절 부위의 후방 경사 평가를 위해 필요하다. 또한 환자의 골격 성숙도와 성장판의 골화 정도는 수술 계획을 위해 중요하다.

## 4. 추가영상검사

컴퓨터 단층 촬영(computed tomography, CT)은 골절의 형태에 대한 추가적인 결과를 얻고 방사선 촬영 결과가 모호한 경우 이를 명확히 하는 데에 유용하다.<sup>8)</sup> 또한 동반되는 골반 또는 비구 골절이나 병적 골절의 경우 CT 영상을 통해 더 명확하게 확인할 수 있다. 골절이 명확하지 않은 경우 핵의학 검사나 자기공명영상 검사(magnetic resonance imaging)를 시행할 수 있다. 특히 T1 강조 자기공명영상은 대퇴 경부의 잠재성 골절(occult fracture)을 평가함에 있어 민감도가 매우 높아 표준 검사로 알려져 있다.<sup>16)</sup> 그 외 영아에서 주로 시행 가능한 영상 검사로는 초음파 촬영이 있다. 염증성 상태에서 동반되는 고관절 삼출액과 고관절 골절에 동반된 혈관절의 감별이 어렵다는 제한점이 있지만, 소아 영상의학과 전문의 등의 숙련된 검사자는 미세한 골단 이동 또는 골절선을 식별할 수 있다. 초음파 유도하 고관절 흡인은 관절액 분석을 통해 진단에 도움을 줄 수 있다.

## 분 류

소아 고관절 골절은 Delbet 분류에 의해 경성장판(transphyseal), 경경부(transcervical), 경부 전자간(cervicotrochanteric), 전자간(intertrochanteric) 골절로 나뉜다. Delbet의 분류는 골절의 위치와 무혈성 괴사 위험성 사이의 연관성을 제시하였다.<sup>17)</sup> Delbet 분류는 현재까지도 소아 고관절 골절의 분류에 가장 많이 사용되고 있다(Fig. 1).

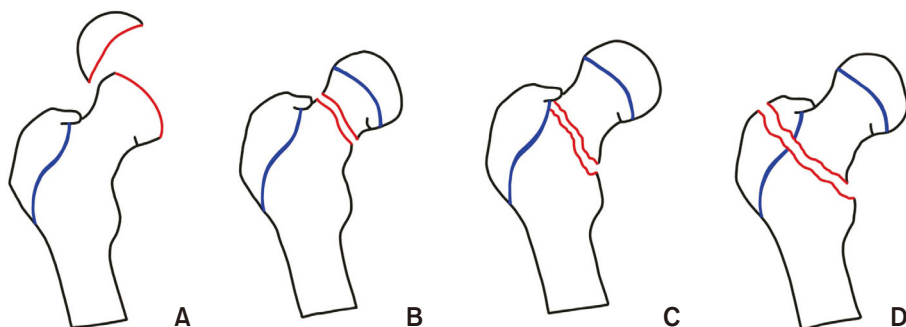


Fig. 1. Delbet classification of pediatric femur neck fractures. (A) Type I, trans-epiphyseal fracture. (B) Type II, transcervical fracture. (C) Type III, cervicotrochanteric fracture. (D) Type IV, intertrochanteric fracture.

Delbet I형 골절, 경성장판 골절은 외상에 의해 대퇴 골두가 골두하 성장판을 따라 대퇴골 경부에서 분리되며 나타난다. 제I형 골절은 소아의 고관절 골절 중 가장 드물어 전체의 7%에 불과하나 무혈성 괴사 발생 가능성이 높아 가장 나쁜 예후를 가진다.<sup>18)</sup> I형 골절은 대퇴골두 탈구가 동반되지 않은 IA형과 탈구가 동반된 IB형으로 분류되며 탈구가 동반된 경우 무혈성 괴사의 위험성이 75%–100%에 달한다.<sup>19)</sup> 이러한 손상은 일반적으로 고에너지 기전의 외상, 신생아의 분만 중 손상, 경련 후에 나타난다.

Delbet II형 골절, 경경부 골절은 대퇴 경부를 따라 발생하는 골절이다. 이것은 소아 고관절 골절의 47%를 차지하는 가장 흔한 유형의 골절이며, 약 40%의 무혈성 괴사 발병 위험을 동반한다.<sup>18,19)</sup>

Delbet III형 골절, 경부전자간(cervicotrochanteric, basicervical) 골절은 대퇴골 경부의 기저부에서 발생한다. 이러한 골절은 소아 고관절 골절의 약 35%를 차지하며 무혈성 괴사의 발생 위험이 20%–30%로 알려져 있다.<sup>18,20)</sup>

Delbet IV형 골절, 전자간(intertrochanteric, pertrochanteric) 골절은 대전자에서 소전자로 이어지는 골절 형태를 보인다. 이 형태의 골절은 모든 근위 소아 대퇴골 골절의 약 10%를 차지하며 무혈성 괴사 및 불유합은 거의 발생하지 않는 것으로 알려져 있다.<sup>18,20)</sup>

병적 골절(pathologic fracture)과 스트레스 골절이 발생할 수도 있다. 병적 골절을 일으키는 일반적인 원인에는 뼈 낭종, 섬유성 이형성증, 골 형성 불완전증, 골수염, 골수 이형성증 및 대사성 뼈 질환이 포함된다.<sup>8)</sup> 대퇴골 경부의 스트레스 골절은 활동적인 소아에서 발생할 수 있으며 일반적으로 사타구니의 불명확한 진행성 통증으로 나타난다.

## 치 료

### 1. 초기 처치

소아의 근위 대퇴골 골절은 자동차 사고 또는 추락 등 심각한 외상에 의해 나타난다. 이러한 골절의 특성상 환자에 대한 전신적인 외상 평가는 필수적이다. 따라서 1차 평가는 기도 관리, 심혈관계 안정화, 생명을 위협할 수 있는 머리, 목, 흉부, 복부 및 골반의 부상에 대한 진단 및 배제에 중점을 둔다.

활력 징후가 안정된 환자의 경우 수상 기전, 만성 고관절 통증 이력, 이전 골절력, 유전적 골질환, 가족력 등 과거력에 대한 조사가 필요하다. 아동 학대가 의심되는 경우 아동 보호

절차가 조기에 시행되어야 한다. 영향을 받은 사지를 따라 철저한 신경, 혈관 검사를 시행해야 하며 근골격 검사를 통해 추가 손상을 평가해야 한다.

관절의 굴곡과 외회전을 유지하고 사지 조작을 최소화하기 위해 병측 무릎 아래에 베개를 받치는 것이 좋다. 굴곡과 외회전 자세는 고관절의 부피를 증가시켜 이론적으로 피막 내 혈중에 의한 대퇴골두로의 혈류 감소를 일부 방지할 수 있다.<sup>21)</sup> 전인 치료의 경우 통증 감소의 효과가 없는 것으로 나타났다, 오히려 다리를 신전하여 고관절 관절낭의 부피를 감소시키므로 도움이 되지 않는다.<sup>21)</sup>

### 2. 수술 시기

골절의 응급 수술의 중요성에 대한 많은 논의가 이루어져 왔으며 연구들에 따르면 응급으로 정복하는 것이 선호되고 있다.<sup>18,22)</sup> 이를 지지하는 이론은 골절 후 대퇴골두에 대한 혈액 공급이 혈관계의 ‘꼬임(kink)’으로 인해 약 60% 감소하는데, 조기 정복은 혈관의 ‘꼬임을 풀어(unkink)’ 대퇴골두의 허혈성 손상을 감소시킨다는 것이다. 손상에 대한 처치와 관계없이 초기 골절 형태가 무혈성 괴사의 발생을 결정한다는 이론에 기반해 초기 정복 여부와 무혈성 괴사 발생의 관련이 없다 주장하는 연구도 존재한다.<sup>10)</sup> 이와 같이 논쟁이 지속되고 있지만 전위된 I, II, III형 골절에서는 응급으로 정복하는 것이 무혈성 괴사의 위험을 감소시킨다고 보고 있다.<sup>15)</sup>

### 3. 정복 방법

소아 고관절 경부 골절에서의 해부학적 정복은 필수적이다. 비관혈적 정복은 Delbet IB형 골절 이외의 모든 고관절 골절에서의 주된 치료 방법으로서 우선적으로 시도되어야 한다. Delbet IB형의 경우 비관혈적 정복의 성공률은 낮고 여러 번의 정복 시도는 무혈성 괴사의 비율을 증가시킬 수 있다.<sup>19)</sup> Delbet IA형 골절의 정복 기법은 대퇴골 골단 분리증(slipped capital femoral epiphysis, SCFE)에서의 기법과 유사한데, 다리를 외전, 내회전시키면서 고관절을 천천히 굴곡하는 것이다. Delbet II, III 및 IV형 골절의 경우 먼저 길이 방향으로 견인력을 주어 단축을 회복하고, 이후 다리를 외전하여 내반 변형을 교정하고, 마지막으로 다리를 내회전시켜 정복을 시행한다.

소아 대퇴 경부 골절의 관혈적 정복은 골절 부위에 대한 직접 관찰과 더불어 피막 압박이 가능하다는 장점이 있다. 골



절 부위에 대한 접근 방법은 주로 Delbet 분류에 의해 결정된다. Delbet IA형 및 II형은 일반적으로 직접 전방 접근(direct anterior approach)이 필요한 반면, Delbet III형 및 IV형은 전 외측 접근(anterolateral approach)을 통해 쉽게 시야를 확보할 수 있다. Delbet IB형 골절은 대퇴골두를 정복하기 위해 후방 접근(posterior approach)이 필요할 수 있다. 비관혈적 정복에 비해 관혈적 정복 후 낮은 합병증 빈도를 보여 모든 소아 고관절 골절에 대해 관혈적 정복을 권장하기도 한다.<sup>23,24)</sup> 그러나 다른 연구들의 경우 관혈적 및 비관혈적 정복에서 나타난 차이가 불명확하여 이에 대한 확립된 결론은 없다.<sup>10,18,22)</sup> 비관혈적으로 원하는 정복의 정도를 얻을 수 없거나 골절에 동반된 혈관 손상이 존재하는 경우에는 관혈적 정복이 필요하다.

#### 4. 관절낭 감압

전위된 고관절 경부 골절에서는 혈관의 비틀림으로 인해 대퇴골두에 대한 혈류 감소가 발생한다고 생각되고 있지만, 전위가 없는 경우에는 혈류 감소의 기전이 비교적 불명확하다. 한 가지 이론은 혈종이 고관절 관절낭 내에 형성되어 지대 혈관에 대해 구획 증후군과 유사한 현상을 일으킨다는 것이다.<sup>25)</sup> 많은 연구자들이 관절낭 절개술이나 관절 흡입술에 의한 관절낭 감압의 유용성에 대한 연구를 했지만, 소수의 연구만 이의 유용성에 대한 객관적인 증거를 제시할 수 있었다.<sup>24-26)</sup> 이 연구들은 관절낭 감압을 시행하였을 때 합병증의 빈도가 통계적으로 유의미하게 낮다는 것을 발견하였다. 관절낭 감압은 성인 고관절 경부 골절 연구에서도 자주 논의되는데, 성인 환자의 경우에는 인공관절 치환술을 선택할 수 있지만 소아 환자에서는 그렇지 않기 때문에 무혈성 괴사의 결과 소아에 있어 훨씬 더 치명적이라는 것을 고려해야 한다. 따라서 관절낭 감압은 무혈성 괴사의 비율을 감소시킬 수 있고 환자에 대한 추가적인 위험성이 없기 때문에 수술 후 24 시간 이내에 모든 소아 환자에서 관절낭 감압을 표준 치료 과정으로써 시행해볼 만하다.

#### 5. 내고정 방법

골절 처치의 목표는 가능한 한 최대한 고관절의 기능을 유지하고 불유합 또는 무혈성 괴사의 발생을 방지하기 위해 해부학적 정복을 얻는 것이다. 과거에는 고 수상 석고 고정(hip spica cast)이 소아 고관절 골절의 치료에 있어 중요한 역할을

해 왔다. 그러나 최근 내반고와 불유합의 높은 빈도가 보고됨에 따라 안정적 내고정을 시행하는 쪽으로 치료의 방향이 전환되었다.<sup>11,27,28)</sup>

유관 나사(cannulated screw), 평활 핀(smooth pin) 또는 소아용 활강 고나사(sliding hip screw, SHS)를 사용하여 내고정을 시행할 수 있다. 고정 기구 선택을 위한 확립된 기준은 없으며 주로 술자의 판단에 따라 결정된다. 연령에 따라 어린 소아에서는 평활 핀을, 3-8세의 경우 4.5 mm 유관 나사를, 8세 이후에는 6.5-7.0 mm 유관 나사의 사용이 권장된다. 성인에서는 나사 3개를 이용한 역삼각형 형태의 고정이 비전위 대퇴 경부 골절에 대한 최적의 고정 방법이다. 소아 고관절 골절에서는 고정 방법을 제시하는 생체 역학 데이터가 현재까지 존재하지 않으며, 일반적으로 2개의 유관 나사, 2개의 평활 핀 또는 나사와 핀의 조합을 사용하여 골절 부위를 안정화한다. 골절 부위에서 회전을 방지하기 위해 최소 2개의 나사 또는 핀을 사용하는 것이 권장된다. 이론적으로 고정 기구를 추가적으로 사용함에 따라 고정의 안정성이 증가하지만 소아 고관절 골절에서는 다음의 두 가지 측면을 고려해야 한다. (1) 소아 대퇴 경부의 직경은 성인에 비해 작기 때문에 추가적인 기구 사용 시 상·하지대 동맥의 손상 위험을 증가시키며, (2) 핀 또는 나사 수의 증가는 고정장치의 관절면 침범(hardware penetration) 위험을 증가시킨다. SCFE 환자의 고정의 경우 1개의 유관 나사를 사용한 경우가 2개의 유관 나사를 사용한 경우에 비해 77%의 안정성을 보여주었다. 나사를 이용해 성장판을 통과하여 고정한 경우가 핀을 사용한 경우에 비해 안정성이 증가했으며, 핀과 나사의 개수가 많아짐에 따라 고정장치의 관절면 침범의 위험성이 증가하였다.<sup>29)</sup>

#### 6. 골절 유형에 따른 고려 사항

##### 1) Delbet I형 골절

4세 미만 환자의 비전위 Delbet I형 골절에 대해서는 고 수상 석고 고정이 사용되기도 한다.<sup>8)</sup> 4세 이상의 환자와 모든 전위 골절은 평활 핀 또는 유관 나사를 통한 안정적인 고정이 필요하다. 골절은 성장판을 따라 발생하기 때문에 성장판을 통과하는 고정이 필수적이다. 성장판 조기 골유합을 피하기 위하여 나사형 핀보다는 평활 핀으로 성장판을 가로질러 골단을 고정한다. 하지 부동을 방지하기 위해 골격 성숙에 근접한 환자를 제외하고 골절 치유 후 고정장치를 제거하는 것이 좋다. 탈구가 동반된 경우에는 응급 관혈적 정복술 및 내고정을 시행한다.

## 2) Delbet II, III형 골절

Delbet II, III형 골절은 불안정하고, 전위에 상관없이 내고정을 시행하는 것이 원칙이다.<sup>11,23,24,27,28)</sup> 석고 고정만으로는 골절 정복을 유지할 수 없기 때문에 고 수상 석고 고정은 전위 정도나 연령대에 관계 없이 일차적 치료로서 권고되지 않는다.<sup>11,28)</sup> 근위부 II형 골절에서는 성장판을 통과하는 고정이 필요하며 골절 치유 후에 제거해야 한다(Fig. 2). 원위부 II형 및 III형 골절에서 고정장치는 성장판을 통과하지 않는 것이 좋다.

## 3) Delbet IV형 골절

소아의 전자간 골절은 일반적으로 안정적이며 무혈성 괴사의 발병 위험이 낮다. 석고 고정은 8세 미만 어린이의 일차적 치료 방법으로 사용할 수 있다. 소아 활강 고나사를 사용한 내고정의 적응증은 청소년기 환자와 외부 고정으로 치료에 실패한 환자들에 해당된다. 소아 활강 고나사를 사용한 경우 환자가 견딜 수 있을 만큼의 체중부하가 가능하다.<sup>2)</sup>

## 4) 병적 골절

병적 골절은 주로 저에너지 손상이며, 분쇄골절을 동반하며 전위는 최소한으로 일어난다. 대퇴골 경부전자간부는 병적 골절이 일어나는 흔한 위치이다. 주치의는 골절의 처치를 계획할 때 과거력 및 기존의 진단을 고려해야 한다.

어린 소아에서의 치료는 고 수상 석고 고정에서 생검, 소파술 및 골이식 방법을 사용할 수 있다. 청소년의 경우, 손상 당시 적절한 정복 및 고정과 함께 생검, 소파술 및 골이식이 권장된다. 골감소성 뼈에 골절이 동반된 경우, 안정된 고정, 기저 질환의 관리와 함께 보호된 체중부하가 가능한 경우 이를 조기에 시행하는 것이 다른 부위에서 골절의 발생을 줄일 수 있다.

## 7. 수술 후 관리

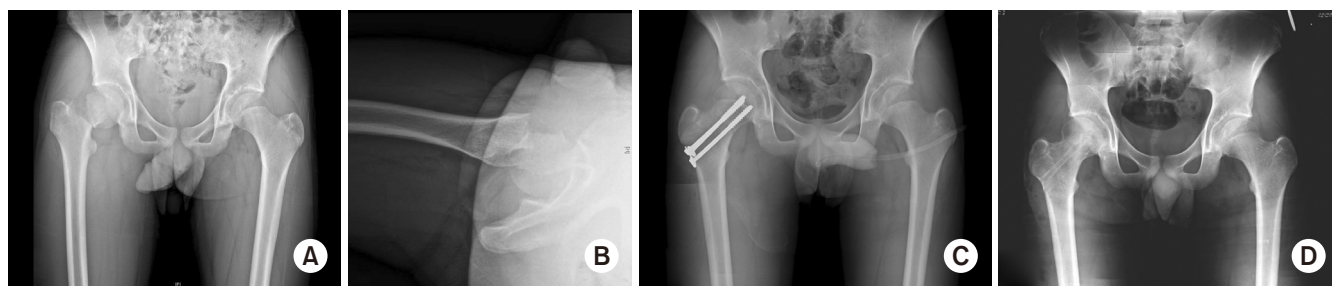
고 수상 석고 고정의 필요성은 골절 유형, 환자의 크기 및 고정 방식에 따라 다르다. 순응도가 낮은 8세 미만의 소아, 내고정 후에도 고정력이 충분치 않다고 판단되는 병적 골절 환자, 성장판을 통과하여 내고정을 시행하지 않은 환자에게 고 수상 석고 고정을 사용한다. 대부분의 경우 한쪽 다리 고 수상 석고 고정이 적용되며 목발을 사용하여 부분적인 체중부하는 허용된다. 일반적으로 석고 고정은 6-8주 동안 계속된다. 안정적인 정복이 이루어지거나 성장판을 통과하는 고정이 시행된 환자는 고 수상 석고 고정이 필요하지 않으며 목발을 사용하여 체중부하가 가능하다.

일반적으로 수상 6-8주 후에 시행되는 방사선 촬영을 통해 골절 치유가 확인된 후 점진적 체중부하 및 관절 운동이 시작된다. 대부분의 소아 환자는 수상 후 3-4개월 후에 완전한 일상 활동으로 복귀할 수 있다. 나사 제거가 권장되지만 방사선 촬영상 완전한 유합이 확인된 후 4-6개월 이내에 시행 가능하다. 후기 합병증인 무혈성 괴사와 근위 대퇴골의 조기 성장판 폐쇄를 신속하게 진단할 수 있도록 골 성숙이 될 때까지 임상 증상 확인 및 방사선 촬영 추적이 필요하다.

## 합병증

### 1. 무혈성 괴사(avascular necrosis)

대퇴골두의 무혈성 괴사는 소아 고관절 골절 후 발생하는 가장 치명적인 합병증이며 발생률은 전위된 IB형의 경우 100%, 2형부터 4형까지 각각 52%, 27%, 14%까지 나타날 수 있다.<sup>18)</sup> 많은 연구자들이 무혈성 괴사 발생에 대한 교정 가능 및 교정 불가능한 위험 요인을 기술했다. 교정 불가능한 위험 요인에는 수상 당시 환자의 나이, 골절 유형 및 골절의 전위



**Fig. 2.** (A) Anteroposterior radiograph of the 12-year-old boy who sustained a Delbet II femoral neck fracture. (B) Axial radiograph. (C) Radiograph after closed reduction and internal fixation with three cannulated screws inserted through physis. (D) Radiograph at one year after surgery showing union without complication.

정도가 있고 교정 가능한 위험 요인에는 정복 시기, 정복의 정도, 관절낭 감압술 여부 및 내고정의 안정성이 포함된다.<sup>30)</sup> 기존 연구를 요약해 보면 골절 유형, 전위 정도, 정복 시기 및 정복의 정도는 모두 무혈성 괴사 발생에 영향을 미친다.<sup>10,18,20)</sup> 환자의 나이, 관절낭 감압 여부, 내고정의 방법이 무혈성 괴사의 발생에 영향을 미치는지 여부에 대한 데이터는 충분하지 않다.

Ratliff<sup>4)</sup>는 소아 고관절 경부 골절 이후 발생한 대퇴 골두 무혈성 괴사증을 세 가지 형태로 분류하였으며, 전체 골두를 침범한 제I형, 골단의 일부를 침범한 제II형, 대퇴 경부를 침범한 제III형으로 나누었다. 제I형이 가장 심하고 흔한 형태이며 예후도 가장 나쁘다. 이는 대퇴골두로 가는 모든 외측 골단 동맥이 손상되었기 때문으로 추측하고 있다(Fig. 3).

무혈성 괴사의 방사선 및 임상적 증거는 일반적으로 수상 후 6-12개월 사이에 나타난다.<sup>1,8,9)</sup> 수술 후 방사선 촬영은 보통 수술 후 3-6개월마다, 수상 후 2년까지는 검사를 시행해야 한다. 대부분의 경우 수상 후 1년 이내에 나타나지만 간혹 2년후에도 나타나는 경우도 있어 주의를 요한다. 무혈성 괴사의 첫 번째 임상 증상은 일반적으로 사타구니, 대퇴 근위부 또는 둔부 통증 및 고관절 운동 범위 감소이다. 방사선학적으로 무혈성 괴사는 먼저 대퇴골두의 골감소증으로 나타나며, 이후 경화증, 파편화 및 최종적으로 붕괴로 이어진다.

예후 및 치료 방법은 무혈성 골괴사의 형태 및 대퇴골두의 변형 및 붕괴 정도, 증상이 시작된 나이 등에 따라 달라진다.<sup>30)</sup> 골괴사가 발생한 경우 아직까지 효과적인 치료방법은 없다. 보존적 치료 방법으로 안정, 체중부하의 금지, 유치 보조기 등이 있다. 대퇴 골두의 붕괴가 없는 경우 수술적 치료 방법으로는 중심부 감압술(core decompression), 근육 유혈을 이용한 골이식술, 미세 수술을 이용한 생비골 이식술 등이 있다. 내반고 변형과 하지 단축이 있는 경우 외반 절골술이 효과적일 수 있으며 술 전에 고관절을 내전하였을 때 골두의

비구 내 유치가 잘 되는 것을 확인해야 한다(Fig. 4).

## 2. 내반고(coxa vara)

소아 대퇴골 경부 골절의 합병증으로 나타나는 대퇴 경간각(neck-shaft angle)의 감소는 후천적 내반고의 알려진 원인 중 하나이다.<sup>30)</sup> 내반고는 반대측 대퇴에 비해 경간각이 감소하거나 골 성숙이 완료된 환자에서 120도 미만의 경간각을 보이는 경우로 정의된다.<sup>27)</sup> 외상 후 발생하는 내반고는 골절 부위 정복의 소실, 무혈성 괴사, 불유합, 또는 성장판의 조기 폐쇄를 일으킬 수 있다. 고관절 경부 골절 후 내반고의 발생률이 18%로 보고되고 있다.<sup>18)</sup> 내반고는 고관절 외전근 약화, 사지 길이 불일치를 일으켜 환자를 기능적 제한을 유발한다. 양측 경간각이 10도 이상 차이 나는 경우 임상적으로 유의미한 영향이 있을 수 있다.<sup>27)</sup> 3세 이하의 어린 소아에서는 경도의 내반고는 성장하면서 호전될 수 있다. 경도의 내반고가 있는 6-8세 환자의 경우에는 대전자부 성장판 유합술이 효과적일

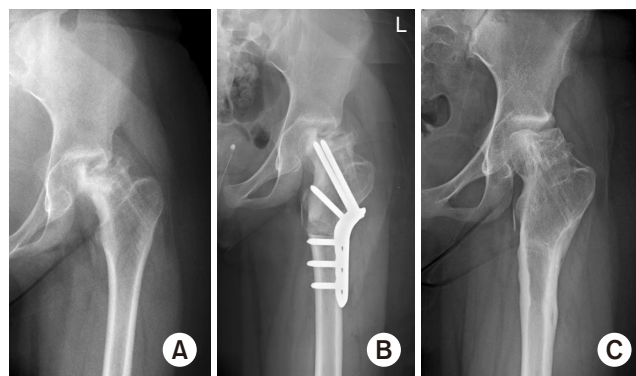


Fig. 4. (A) Anteroposterior radiograph of the 11-year-old girl who developed avascular necrosis after a femur neck fracture. (B) Vagus osteotomy and internal fixation with plate were performed. (C) Five years postoperative radiographs that demonstrate partial remodeling of the femoral head.

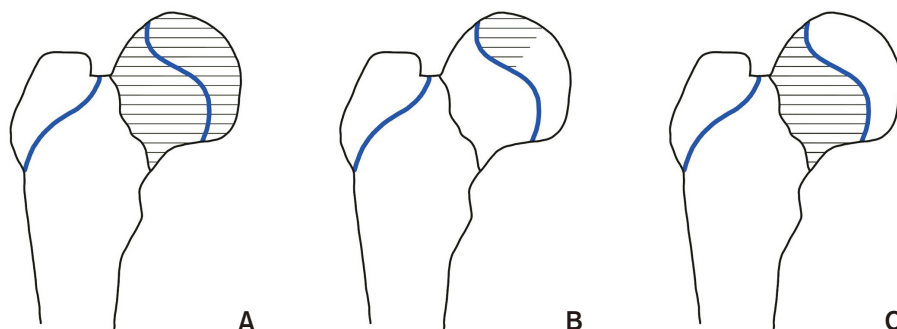


Fig. 3. Ratliff classification of avascular necrosis after femur neck fracture. (A) Type I, involvement of the whole head. (B) Type II, partial involvement of head. (C) Type III, area of necrosis in the femoral neck from fracture line to physis.



수 있다.<sup>30)</sup> 파행 및 하지의 단축이 심한 내반고를 보이는 환자의 경우에는 외전근력의 회복을 위하여 외반 절골술을 고려해야 한다.

### 3. 불유합(nonunion)

소아 고관절 골절 후 불유합의 발생률은 7%–11%로 알려져 있다.<sup>18)</sup> 내고정 없이 석고 고정만으로 치료되거나 부적절하게 내고정된 Delbet 제I형 또는 제III형의 대퇴 경부 골절에서 발생할 수 있다.<sup>30)</sup> 제I형 및 제IV형에서는 일반적으로 잘 발생하지 않는다. 고관절 경부 골절에서 혈관 손상이 흔히 동반되며 골절 부위의 치유 불량에 따른 불유합의 원인이 될 수 있다. 그 외 관련된 요인으로서는 해부학적 정복이 이루어지지 않은 경우, 대퇴 경부의 수직 방향 골절이 발생한 경우가 있다. 골절 치료 후 3–6개월 추시 후에도 골 가교의 형성이 없거나 미약하고 통증이 있는 경우 불유합으로 진단할 수 있다. 이러한 불유합은 무혈성 괴사 및 내반고의 발생을 예방하기 위해 진단 시 수술적 치료가 필요하다. 가능한 한 빨리 수술적 치료를 시행하는 것이 좋으며 불유합된 병소를 가로지르는 견고한 내고정술 또는 전자하 외반 절골술이 최적의 치료 방법이다. 이 방법은 불유합된 골절선을 더 수평으로 만들어 골절선에 수직 압박력이 가해지도록 하여 유합이 더 잘 될 수 있도록 한다.

### 4. 성장판 조기 유합(premature physeal arrest)

성장판 조기 유합은 (1) 외상으로 인한 성장판의 직접 손상, (2) 수상 당시 성장판으로의 혈관 공급 손상, 또는 (3) 성장판을 통과하는 고정 기구에 의한 손상 등으로 발생 가능하다.<sup>30)</sup> 골두 하 성장판의 성장 정지는 다리 길이의 차이 또는 고관절의 각변형을 일으킬 수 있다. 근위 대퇴골은 하체 전체 길이의 13%–15% (연간 약 3 mm)에 기여하며, 환자의 잔여 성장 정도에 따라 중요성이 달라질 수 있다.<sup>2)</sup> 골 성숙이 근접한 소아 환자의 경우 성장판을 통과하여 기구 고정을 하는 것이 허용되며 이는 고정 안정성 증가를 위해 권장된다. 조기 성장판 유합으로 인해 2 cm 이상의 다리 길이 불일치가 발생할 것으로 예상되는 어린 소아의 경우 성장판 통과를 피해야 하며 불가피한 경우 치료 완료 후 제거 가능한 평활 핀을 이용해 고정해야 한다.

### 5. 연골용해(chondrolysis)

대퇴골두의 연골용해는 주로 무혈성 괴사와 관련하여 나타나는 드문 합병증이며<sup>31)</sup> 고관절 운동 제한, 고관절 통증 및 방사선 영상에서의 관절 간격의 감소로 나타난다. 연골용해는 대퇴골두 연골의 혈관 공급 부족으로 발생하는 것으로 추정된다. 관절 표면으로의 고정 기구 침범 역시 연골 용해의 발생과 관련이 있다.<sup>31)</sup>

### 6. 수술 후 감염(postoperative infection)

전체 사례의 1% 미만에서 발생하는 수술 후 감염은 소아 고관절 골절의 드문 합병증이다.<sup>12,17,32)</sup> 관혈적 정복뿐만 아니라 경피 고정을 통한 비관혈적 정복 후에도 보고되었다.<sup>32)</sup> 감염에 대한 빠른 인식, 정맥 내 항생제 치료 및 수술 상처에 대한 적극적인 변연 절제술을 통해 예후를 호전시킬 수 있다. 고정은 가능한 한 골절 유합이 이루어질 때까지 유지되어야 한다. 그러나 적절한 처치에도 불구하고 고관절 골절 치료 후 발생하는 심부 창상 감염과 골수염은 무혈성 괴사, 조기 성장판 유합 및 연골용해를 일으켜 나쁜 예후를 초래할 수 있다.

## 요 약

소아의 대퇴골 경부 골절은 드물지만 높은 빈도의 합병증을 보인다. 소아의 근위 대퇴골의 골 해부학 및 혈관 해부학에 대한 충분한 지식을 바탕으로 접근해야 합병증의 빈도를 낮출 수 있다. 대부분의 경우 강한 외력에 의해 발생하지만 병적 골절도 발생할 수 있다. Delbet 분류는 무혈성 괴사의 발생 가능성과 골절 형태를 연결한 근위 대퇴골 골절의 분류법으로서 널리 사용되고 있으며 합병증을 예방하기 위하여 Delbet의 분류에 따른 각 골절의 최적의 치료 방법을 선택하여야 한다. 최신의 표준 치료는 수상 초기의 해부학적 정복 및 내고정으로 바뀌어 가고 있다. 전위된 골절에 대해 24시간 이내에 해부학적으로 완벽한 정복을 얻는 것이 예후를 향상시킬 수 있다. 비록 관절낭 압박술의 효과는 불분명하지만 관절낭 흡입술 등의 간단한 술식을 이용하여 관절낭 압박을 하는 것을 권유한다. 적절한 치료 후에도 대퇴 골두 무혈성 괴사가 발생할 수 있으며, 이 외의 합병증으로는 대퇴 골두 무혈성 괴사, 불유합, 내반고, 성장판 조기 유합 등이 있다. 합병증 발생 유무를 면밀하게 추시해야 하며 발생 시 적절한 대처 방법을 선택해야 한다.



**색인 단어:** 대퇴 경부 골절, 골절 고정, 무혈성 괴사

## 감사의 글

Fig. 1과 3을 직접 그려 주신 강북삼성병원 마취통증의학과 조은아 교수님께 감사드립니다.

## ORCID

한주형, <https://orcid.org/0000-0003-4276-3439>

박 훈, <https://orcid.org/0000-0002-8063-3742>

## References

- Ratliff AH: Fractures of the neck of the femur in children. *J Bone Joint Surg Br*, 44: 528-542, 1962.
- Patterson JT, Tangtiphaibontana J, Pandya NK: Management of pediatric femoral neck fracture. *J Am Acad Orthop Surg*, 26: 411-419, 2018.
- Edgren W: Coxa plana. A clinical and radiological investigation with particular reference to the importance of the metaphyseal changes for the final shape of the proximal part of the femur. *Acta Orthop Scand Suppl*, Suppl 84: 1-129, 1965.
- Hansman CF: Appearance and fusion of ossification centers in the human skeleton. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med*, 88: 476-482, 1962.
- Hughes LO, Beaty JH: Fractures of the head and neck of the femur in children. *J Bone Joint Surg Am*, 76: 283-292, 1994.
- Trueta J: The normal vascular anatomy of the human femoral head during growth. *J Bone Joint Surg Br*, 39: 358-394, 1957.
- Ogden JA: Changing patterns of proximal femoral vascularity. *J Bone Joint Surg Am*, 56: 941-950, 1974.
- Boardman MJ, Herman MJ, Buck B, Pizzutillo PD: Hip fractures in children. *J Am Acad Orthop Surg*, 17: 162-173, 2009.
- Ehlinger M, Moser T, Adam P, et al: Early prediction of femoral head avascular necrosis following neck fracture. *Orthop Traumatol Surg Res*, 97: 79-88, 2011.
- Spence D, DiMauro JP, Miller PE, Glotzbecker MP, Hedequist DJ, Shore BJ: Osteonecrosis after femoral neck fractures in children and adolescents: analysis of risk factors. *J Pediatr Orthop*, 36: 111-116, 2016.
- Bali K, Sudesh P, Patel S, Kumar V, Saini U, Dhillon MS: Pediatric femoral neck fractures: our 10 years of experience. *Clin Orthop Surg*, 3: 302-308, 2011.
- Mirdad T: Fractures of the neck of femur in children: an experience at the Aseer Central Hospital, Abha, Saudi Arabia. *Injury*, 33: 823-827, 2002.
- Bagatur AE, Zorer G: Complications associated with surgically treated hip fractures in children. *J Pediatr Orthop B*, 11: 219-228, 2002.
- Cheng JC, Tang N: Decompression and stable internal fixation of femoral neck fractures in children can affect the outcome. *J Pediatr Orthop*, 19: 338-343, 1999.
- Dial BL, Lark RK: Pediatric proximal femur fractures. *J Orthop*, 15: 529-535, 2018.
- Iwata T, Nozawa S, Dohjima T, et al: The value of T1-weighted coronal MRI scans in diagnosing occult fracture of the hip. *J Bone Joint Surg Br*, 94: 969-973, 2012.
- Lam SF: Fractures of the neck of the femur in children. *J Bone Joint Surg Am*, 53: 1165-1179, 1971.
- Yeranosian M, Horneff JG, Baldwin K, Hosalkar HS: Factors affecting the outcome of fractures of the femoral neck in children and adolescents: a systematic review. *Bone Joint J*, 95: 135-142, 2013.
- Akahane T, Fujioka F, Shiozawa R: A transepiphyseal fracture of the proximal femur combined with a fracture of the mid-shaft of ipsilateral femur in a child: a case report and literature review. *Arch Orthop Trauma Surg*, 126: 330-334, 2006.
- Moon ES, Mehlman CT: Risk factors for avascular necrosis after femoral neck fractures in children: 25 Cincinnati cases and meta-analysis of 360 cases. *J Orthop Trauma*, 20: 323-329, 2006.
- Drake JK, Meyers MH: Intracapsular pressure and hemarthrosis following femoral neck fracture. *Clin Orthop Relat Res*, (182): 172-176, 1984.
- Dendane MA, Amrani A, El Alami ZF, El Medhi T, Gourinda H: Displaced femoral neck fractures in children: are complications predictable? *Orthop Traumatol Surg Res*, 96: 161-165, 2010.
- Stone JD, Hill MK, Pan Z, Novais EN: Open reduction of pediatric femoral neck fractures reduces osteonecrosis risk. *Orthopedics*, 38: e983-e990, 2015.
- Panigrahi R, Sahu B, Mahapatra AK, Palo N, Priyadarshi A, Biswal MR: Treatment analysis of paediatric femoral neck fractures: a prospective multicenter therapeutic study in Indian scenario. *Int Orthop*, 39: 1121-1127, 2015.
- Ng GP, Cole WG: Effect of early hip decompression on the frequency of avascular necrosis in children with fractures of the neck of the femur. *Injury*, 27: 419-421, 1996.
- Bukva B, Abramović D, Vrgoč G, et al: Femoral neck fractures in children and the role of early hip decompression in final outcome. *Injury*, 46 Suppl 6: S44-S47, 2015.
- Eberl R, Singer G, Ferlic P, Weinberg AM, Hoellwarth ME: Post-traumatic coxa vara in children following screw fixation of the femoral neck. *Acta Orthop*, 81: 442-445, 2010.
- Forster NA, Ramseier LE, Exner GU: Undisplaced femoral neck fractures in children have a high risk of secondary displacement. *J Pediatr Orthop B*, 15: 131-133, 2006.

29. Kishan S, Upasani V, Mahar A, et al: Biomechanical stability of single-screw versus two-screw fixation of an unstable slipped capital femoral epiphysis model: effect of screw position in the femoral neck. *J Pediatr Orthop*, 26: 601–605, 2006.
30. Lark RK, Dial BL, Alman BA: Complications after pediatric hip fractures: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg*, 28: 10–19, 2020.
31. Forlin E, Guille JT, Kumar SJ, Rhee KJ: Complications associated with fracture of the neck of the femur in children. *J Pediatr Orthop*, 12: 503–509, 1992.
32. Taylor KF, McHale KA: Percutaneous pin fixation of a femoral neck fracture complicated by deep infection in a 12-year-old boy. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, 31: 408–412, 2002.